

PCT/EP04/8454



REC: 10 SEP 2004

WIPC

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 35 133.7
Anmeldetag: 31. Juli 2003
Anmelder/Inhaber: PEPPERL + FUCHS GmbH,
68307 Mannheim/DE
Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zur Erfassung des Werts
eines Zielobjekts
IPC: G 01 B 7/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. August 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Hoiß

BEST AVAILABLE COPY

Vorrichtung und Verfahren zur Erfassung des Wegs eines Zielobjekts

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erfassung eines, insbesondere metallischen, Zielobjekts.

Derartige Vorrichtungen werden bei einer Vielzahl von industriellen Prozessen im Bereich der Automatisierung eingesetzt. Zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten bestehen auch im Bereich der Automobiltechnik. Beispielsweise ist in DE 102 04 453 A1 ein analoger induktiver Wegaufnehmer beschrieben, mit dem eine relative Verschiebung zwischen einem Fahrzeugsitz und einer Kraftfahrzeugkarosserie bestimmt werden kann. Als Messprinzip dient hierbei die bei einer Relativverschiebung eines Testkörpers aus einem Material hoher magnetischer Permeabilität bewirkte Änderung der magnetischen Induktion. Notwendig für die magnetische Kopplung ist daher ein ferromagnetisches Material, so dass die Einsatzmöglichkeiten des dort beschriebenen induktiven Wegaufnehmers bezüglich des Materials des zu verfolgenden Zielobjekts oder Targets eingeschränkt sind. Insbesondere sind ferromagnetische Targets häufig mechanisch sehr empfindlich.

Im Hinblick auf eine konkrete Bestimmung der Ortskoordinaten eines Zielobjekts besteht ein weiteres Problem darin, dass die Nachweiskurven der verwendeten Nachweiseinrichtungen oder Sensoren meist keine eindeutige Zuordnung eines Messwerts zu einer definierten Position des Objekts relativ zum Sensor gestatten. Vielmehr liefern solche Sensoren, beispielsweise induktive Näherungsschalter, für eine Mehrzahl von Positionen denselben Mess-

wert, beispielsweise für zwei einander bezüglich einer Symmetrieachse gegenüberliegende Punkte auf einer Geraden.

Um dem letztgenannten Problem abzuhelpen, wurden gekippte Längsspulen eingesetzt. Da das Nachweissignal dann aber sehr stark vom Abstand abhängig ist, können nur sehr begrenzte Wegstrecken überwacht werden.

A u f g a b e der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erfassung des Wegs eines Zielobjekts anzugeben, bei denen im Vergleich zu den im Stand der Technik bekannten Lösungen erheblich mehr Einsatzmöglichkeiten bestehen.

Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung zur Erfassung des Wegs eines, insbesondere metallischen, Zielobjekts mindestens zwei Nachweiseinrichtungen auf, die entlang einer zu überwachenden Wegstrecke so positionierbar sind, dass sich die Empfindlichkeitskurven von einander unmittelbar benachbarten Nachweiseinrichtungen wenigstens teilweise überlappen, wobei die Nachweiseinrichtungen jeweils mindestens eine Induktivität und mindestens einen Oszillator aufweisen und abhängig von einer Bedämpfung des Oszillators durch das Zielobjekt ein Entfernungssignal liefern. Die Vorrichtung weist weiterhin mindestens eine Umsetzeinrichtung auf, die mit den Nachweiseinrichtungen in Wirkverbindung steht, zum Umsetzen der von den Nachweiseinrichtungen jeweils erfassten Bedämpfungen in Analogsignale, insbesondere Strom- und/oder Spannungssignale. Schließlich ist mindestens eine mit der Umsetzeinrichtung oder den Umsetzeinrichtungen in Wirkverbindung stehende Auswerteeinrichtung vorgesehen zum Ermitteln und Ausgeben einer eindeutigen Ortsposition aus den auf

die jeweiligen Nachweiseinrichtungen zurückgehenden Analogsignalen.

Als erster Kerngedanke der Erfindung kann angesehen werden, als Nachweisprinzip nicht mehr, wie im Stand der Technik, die von einem Objekt hoher Permeabilität, d.h. einem ferromagnetischen Objekt, bewirkte Induktion heranzuziehen, sondern die Bedämpfung eines Oszillators durch das Zielobjekt zu verwenden. Da eine solche Bedämpfung grundsätzlich für beliebige metallische Objekte und nicht nur für ferromagnetische Objekte nachweisbar ist, können prinzipiell beliebige metallische Targets, insbesondere auch robuste metallische Zielobjekte, beispielsweise aus Edelstahl, verfolgt werden. Hierdurch wird der Anwendungsbereich gegenüber dem Stand der Technik erheblich verbreitert.

Als weiterer Kerngedanke der vorliegenden Erfindung kann angesehen werden, eine Mehrzahl, d.h. mindestens zwei Nachweiseinrichtungen, entlang einer zu überwachenden Wegstrecke zu positionieren. Auf diese Weise können nicht nur prinzipiell beliebig lange und beliebig geformte Wegstrecken überwacht werden, es können darüber hinaus auch eventuelle Mehrdeutigkeiten der Nachweissignale durch geeignete Auswertung eliminiert werden. Hierzu werden die Nachweiseinrichtungen erfindungsgemäß so angeordnet, dass sich die Empfindlichkeitskurven von einander unmittelbar benachbarten Nachweiseinrichtungen wenigstens teilweise überlappen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht also eine lineare Wegerfassung eines metallischen Objekts. Die Anordnung der Wegstrecke kann dabei beliebig lang sein und beliebige Formen annehmen, z.B. geradlinig, kreisförmig oder zickzackförmig. Prinzipiell sind auch Wegverläufe im Zwei- und Dreidimensionalen erfassbar.

Eine typische Anforderung bei industriellen Prozessen, die mit der vorliegenden Erfindung hervorragend erfüllt werden kann, besteht darin, dass ein Objekt oder ein Target über eine beispielsweise 100 mm lange Wegstrecke mit einer Genauigkeit von mindestens 1 mm erfasst werden soll. Bei einem Spezialfall hier-

von befindet sich das Objekt immer im gleichen axialen Abstand von den Nachweiseinrichtungen oder den Sensoren.

Wenn Wege im Zweidimensionalen erfasst werden sollen, man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer Wegerfassung in zwei Richtungen oder einer flächigen Wegerfassung, kann es zweckmäßig sein, geeignet geformte Induktivitäten einzusetzen. Dies ist insbesondere zweckmäßig, wenn die zu erfassenden Wege besonders kleine Krümmungsradien aufweisen.

Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist mindestens eine Multiplexeinrichtung zwischen einer Umsetzeinrichtung und einer Mehrzahl von Nachweiseinrichtungen vorgesehen. Auf diese Weise können der schaltungsmäßige Aufwand und damit die Kosten deutlich reduziert werden.

Wenn aber eine besonders hohe Betriebssicherheit erforderlich ist oder wenn eine Nachweiseinrichtung zusammen mit einer Umsetzeinrichtung als separate Einheit austauschbar sein soll, kann es zweckmäßig sein, wenn jeder Nachweiseinrichtung eine Umsetzeinrichtung zugeordnet ist. Prinzipiell können die Induktivitäten beliebig orientiert zu der zu überwachenden Wegstrecke angeordnet sein. Insbesondere können auch verkippte Längsspulen eingesetzt werden. Um mit einer einzelnen Nachweiseinrichtung eine möglichst große Wegstrecke überwachen zu können, d.h. um mit einer möglichst geringen Zahl von Nachweiseinrichtungen bezogen auf die Wegstrecke auskommen zu können, ist es aber zweckmäßig, die Induktivitäten, insbesondere die Spulen, der Nachweiseinrichtungen mit ihren Achsen quer, insbesondere senkrecht, zu der zu überwachenden Wegstrecke anzuordnen.

Ein guter Kompromiss zwischen Zuverlässigkeit des Nachweises und einer gewünschten Minimierung der Zahl der eingesetzten Nachweiseinrichtungen wird erreicht, wenn die Nachweiseinrichtungen so angeordnet sind, dass die flächenmäßige Überlappung der Empfindlichkeitskurven von einander unmittelbar benachbarten Nachweiseinrichtungen zwischen 20 % und 50 %, insbesondere zwischen 25 % und 35 %, beträgt.

Bei einer besonders einfachen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist bei zumindest einem Teil der Nachweiseinrichtungen die Induktivität als Teil des Oszillators vorgesehen. Die Zahl der benötigten Komponenten kann dann auf ein Minimum reduziert werden.

Für zahlreiche Anwendungen, beispielsweise wenn ein im Wesentlichen linearer Weg erfasst werden soll, kann es ausreichend sein, wenn von den Nachweiseinrichtungen jeweils ein radialer Abstand des Zielobjekts von einer Achse der Induktivität erfassbar ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden mindestens zwei Nachweiseinrichtungen entlang einer zu überwachenden Wegstrecke so positioniert, dass sich die Empfindlichkeitskurven von unmittelbar benachbarten Nachweiseinrichtungen wenigstens teilweise überlappen, wobei die Nachweiseinrichtungen jeweils in Abhängigkeit von einer Bedämpfung eines Oszillators durch das Zielobjekt Entfernungssignale liefern. Weiterhin werden die von den Nachweiseinrichtungen jeweils erfassten Bedämpfungen von mindestens einer Umsetzeinrichtung in Analogsignale, insbesondere Strom- und/oder Spannungssignale, umgesetzt und aus den verschiedenen, auf die jeweiligen Nachweiseinrichtungen zurückgehenden Analogsignalen wird eine Ortsposition des Zielobjekts ermittelt.

Bei der Verarbeitung der Analogsignale, die durch geeignete Hardware, beispielsweise Microcontroller, erfolgen kann, kann entweder nur ein Abschnitt einer Spule berücksichtigt werden oder es werden mehrere Spulen gleichzeitig ausgewertet und anschließend wird aus den verschiedenen Werten ein Verhältnis gebildet, um den genauen Wegpunkt, insbesondere eindeutig, zu ermitteln.

Die Verhältnisauswertung bietet sich bei breiteren Targets bzw. einer höheren Dichte von Nachweiseinrichtungen bzw. Spulensystemen an.

Weitere Eigenschaften und Vorteile der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten schematischen Figuren beschrieben.

Dort zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und
- Fig. 3 eine schematische Darstellung des Verlaufs der Empfindlichkeitskurven einer Mehrzahl von Nachweiseinrichtung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Abbildung 1 zeigt in einer schematischen Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10. Entlang einer zu überwachenden Wegstrecke 51 auf einer Beförderungsbahn 56, bei der es sich beispielsweise um ein Fließband handeln kann, sind insgesamt drei Nachweiseinrichtungen 14, 24, 34 angeordnet. Die Nachweiseinrichtungen 14, 24, 34 weisen jeweils ein Spulensystem mit einer Induktivität 16, 26, 36 als Teil eines Oszillators 18, 28, 38 auf.

Die Nachweiseinrichtungen 14, 24, 34 nutzen den auch bei Näherungsschaltern wirksamen Effekt einer Bedämpfung einer Induktivität, die Teil eines Oszillators ist, wenn das nachzuweisende Zielobjekt in die Nähe dieser Induktivität 16, 26, 36 gebracht wird. Abhängig von einer relativen Lage eines zu überwachenden Objekts 50 zu den Induktivitäten 16, 26, 36 werden also die Oszillatoren 18, 28, 38 gedämpft. Zur Umsetzung dieser jeweils von den Nachweiseinrichtungen 16, 26, 36 erfassten Bedämpfungen in Analogsignale, insbesondere Strom- und/oder Spannungssignale, sind die Oszillatoren 18, 28, 38 jeweils mit Umsetzeinrichtungen 19, 29, 39 verbunden.

Die von den Umsetzeinrichtungen 19, 29, 39 gelieferten Messsignale sind aus prinzipiellen messtechnischen Gründen mehrdeutig, so dass aus einem bestimmten Messsignal noch nicht eindeutig auf eine bestimmte Raumposition des Zielobjekts 50 geschlossen werden kann. Die Umsetzeinrichtungen 19, 29, 39 sind deshalb mit einer gemeinsamen Auswerteeinrichtung 52 zum Ermitteln einer eindeutigen Ortsposition aus den aus den jeweiligen Nachweiseinrichtungen 19, 29, 39 zurückgehenden Analogsignalen verbunden.

Im Unterschied zu analogen Näherungsschaltern wird bei der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung 10 nicht der Abstand des Zielobjekts 50 zu den Sensorflächen gemessen, sondern bei gleichbleibendem axialen Abstand die Änderung der Bedämpfung durch die Veränderung der Überdeckung der Induktivitäten 16, 26, 36 durch das Zielobjekt 50, was dem seitlichen, d.h. radialen Abstand zur Mitte der Spule bzw. der Spulenachse entspricht.

Die nachfolgende Verarbeitung durch entsprechende Hardware, z.B. durch einen hier nicht gezeigten Micro-Controller ermöglicht die Verknüpfung der Empfindlichkeitskurven dergestalt, dass die Zuordnung eindeutig wird und ein einzelnes Signal, das die Wegstrecke wiedergibt, ausgegeben werden kann.

Dabei kann eine einfache Auswertung oder auch eine Verhältnis-Auswertung vorgenommen werden. Im ersten Fall, der nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 3 erläutert wird, werden jeweils nur Ausschnitte aus den Empfindlichkeitskurven für eine einzelne Nachweiseinrichtung berücksichtigt. Bei der Verhältnis-Auswertung werden mehrere Spulen gleichzeitig ausgewertet und es werden aus den erhaltenen Analogsignalen Verhältnisse gebildet, um auf diese Weise den genauen Wegpunkt zu ermitteln.

An einem Ausgang 53 wird ein Analogsignal bereitgestellt, welches im vorliegenden Beispiel bezogen auf eine Koordinatenachse 62 eine eindeutige Ortsposition des zu überwachenden Zielobjekts 50, dessen Bewegungsrichtung durch den Pfeil 55 angedeutet ist, darstellt.

Prinzipiell sind auch Auswerteeinrichtungen mit mehreren Ausgängen möglich, die die Position eines Zielobjekts 50 bezüglich weiterer Koordinatenachsen angeben.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist schematisch in Figur 2 dargestellt.

Äquivalente Komponenten sind dabei jeweils mit denselben Bezugszeichen wie in Figur 1 gekennzeichnet.

Im Unterschied zu dem Beispiel aus Figur 1 ist dort zwischen den Oszillatoren 18, 28, 38 und einer gemeinsamen Umsetzeinrichtung 59 eine Multiplexeinrichtung 54 zum Umschalten zwischen den einzelnen Oszillatoren 18, 28, 38 vorgesehen. Da nur eine Umsetzeinrichtung 59 erforderlich ist, bietet sich diese Variante insbesondere für Anwendungen an, bei denen eine besonders große Wegstrecke 51 überwacht werden soll, d.h. wenn eine besonders große Anzahl von Nachweiseinrichtungen 14, 24, 34 erforderlich ist.

In der übrigen Funktionsweise entspricht die Ausgestaltung nach Figur 2 dem im Zusammenhang mit Figur 1 beschriebenen Beispiel.

In Figur 3 ist schematisch der Verlauf der Empfindlichkeitskurven 15, 25, 35, 45 von insgesamt vier Nachweiseinrichtungen gezeigt. Dargestellt ist jeweils das Ausgangssignal der entsprechenden Umsetzeinrichtung auf der vertikalen Achse 64 gegenüber der Ortskoordinate auf der horizontalen Achse 66.

Wie aus Figur 3 ersichtlich, weisen die Empfindlichkeitskurven 15, 25, 35, 45 jeweils ein Minimum 17, 27, 37, 47 auf, was einem minimalen Abstand des Zielobjekts 50 bezüglich der jeweiligen Induktivität 16, 26, 36, d.h. einer maximalen Bedämpfung entspricht. Das Zielobjekt 50 steht dann unmittelbar vor der jeweiligen Induktivität 16, 26, 36. Im vorliegenden Beispiel sind die Spulenachsen der Induktivitäten 16, 26, 36 senkrecht zu der zu überwachenden Wegstrecke 51 angeordnet, was sich in einem symmetrischen Verlauf der Empfindlichkeitskurven 15, 25, 35, 45

beiderseits des Minimums 17, 27, 37, 47 niederschlägt. Je weiter sich das Zielobjekt 50 von dem Minimum 17, 27, 37, 47 entfernt, desto größer ist der Wert der entsprechenden Empfindlichkeitskurve 15, 25, 35, 45 oder umso geringer ist die jeweilige Dämpfung.

Die Nachweiseinrichtungen sind relativ zueinander so angeordnet, dass beispielsweise die Empfindlichkeitskurven 35, 45, die zu benachbarten Nachweiseinrichtungen gehören, auf etwa 30 % ihrer Fläche überlappen. Der Überlappungsbereich ist dabei mit dem Bezugszeichen 58 gekennzeichnet. Experimente haben gezeigt, dass mit Überlappungswerten im Bereich von 30 % eine hinreichende Zuverlässigkeit der Ortsbestimmung bei noch vertretbarer Anzahl der notwendigen Nachweiseinrichtungen erzielt wird.

Die Empfindlichkeitskurven von Nachweiseinrichtungen, die durch jeweils eine weitere Nachweiseinrichtung getrennt zueinander angeordnet sind, überlappen bei dem in Figur 3 gezeigten Beispiel auf etwa 10 % ihrer Fläche. Der beispielhaft gezeigte Überlappungsbereich der Kurven 25, 45 ist mit dem Bezugszeichen 60 gekennzeichnet.

Für die Auswertung werden nur die mit der dickeren Linie 68 gekennzeichneten Abschnitte der Empfindlichkeitskurven 15, 25, 35, 45 herangezogen.

Mit der vorliegenden Erfindung wird ein induktives lineares Wegmesssystem zur Erfassung eines metallischen Objekts über eine definierte Wegstrecke bereitgestellt, mit dem prinzipiell beliebig lange und beliebig geformte Wegstrecken überwacht werden können und das insbesondere auch die Überwachung von robusten metallischen Targets, die nicht ferromagnetisch zu sein brauchen, möglich macht.

P 392

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Erfassung des Wegs eines, insbesondere metallischen, Zielobjekts (50), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 oder 9, mit mindestens zwei Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34), die entlang einer zu überwachenden Wegstrecke (51) so positionierbar sind, dass sich die Empfindlichkeitskurven (15, 25, 35) von einander unmittelbar benachbarten Nachweiseinrichtungen (24, 24, 34) wenigstens teilweise überlappen, wobei die Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) jeweils mindestens eine Induktivität (16, 26, 36) und mindestens einen Oszillator (18, 28, 38) aufweisen und abhängig von einer Bedämpfung des Oszillators (18, 28, 38) durch das Zielobjekt (50) ein Entfernungssignal liefern, mit mindestens einer Umsetzeinrichtung (19, 29, 39, 59), die mit den Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) in Wirkverbindung steht, zum Umsetzen der von den Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) jeweils erfassten Bedämpfungen in Analogsignale, insbesondere Strom- und/oder Spannungssignale, und mit mindestens einer Auswerteinrichtung (52), die mit der Umsetzeinrichtung oder den Umsetzeinrichtungen (19, 29, 39, 59) in Wirkverbindung steht, zum Ermitteln und Ausgeben einer Ortsposition des Zielobjekts (50) aus den auf die jeweiligen Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) zurückgehenden Analogsignalen>

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass jeder Nachweiseinrichtung (14, 24, 34) eine Umsetzeinrichtung (19, 29, 39, 59) zugeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eine Multiplexeinrichtung (54) zwischen einer Umsetzeinrichtung (59) und einer Mehrzahl von Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Induktivitäten (16, 26, 36), insbesondere die Spulen, der Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) mit ihren Achsen quer, insbesondere senkrecht, zu der zu überwachenden Wegstrecke (51) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass in zumindest einem Teil der Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) die Induktivität (16, 26, 36) als Teil des Oszillators (18, 28, 38) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) so angeordnet sind, dass die flächenmäßige Überlappung der Empfindlichkeitskurven (15, 25, 35) von einander unmittelbar benachbarten Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) zwischen 20 % und 50 %, insbesondere zwischen 25 % und 35 %, beträgt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass von den Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) jeweils ein radialer Abstand des Zielobjekts (50) zu einer Achse der Induktivität (16, 26, 36) erfassbar ist.

8. Verfahren zur Erfassung des Wegs eines, insbesondere metallischen, Zielobjekts (50),
bei dem mindestens zwei Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) entlang einer zu überwachenden Wegstrecke (51) so positioniert werden, dass sich die Empfindlichkeitskurven (15, 25, 35) von unmittelbar benachbarten Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) wenigstens teilweise überlappen,
wobei die Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) jeweils in Abhängigkeit von der Bedämpfung eines Oszillators (18, 28, 38) durch das Zielobjekt Entfernungssignale liefern,
bei dem die von den Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) jeweils erfassten Bedämpfungen von mindestens einer Umsetzeinrichtung (19, 29, 39, 59) in Analogsignale, insbesondere Strom- und/oder Spannungssignale, umgesetzt werden, und
bei dem aus den verschiedenen, auf die jeweiligen Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) zurückgehenden Analogsignale eine Ortsposition des Zielobjekts (50) ermittelt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Auswertung jeweils nur ein Abschnitt einer Nachweiseinrichtung (14, 24, 34) berücksichtigt wird oder dass mehrere Nachweiseinrichtungen (14, 24, 34) gleichzeitig ausgewertet werden, insbesondere Verhältnisse aus den Analogsignalen gebildet werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung des Wegs eines, insbesondere metallischen, Zielobjekts, mit mindestens zwei Nachweiseinrichtungen, die entlang einer zu überwachenden Wegstrecke so positionierbar sind, dass sich die Empfindlichkeitskurven von einander unmittelbar benachbarten Nachweiseinrichtungen wenigstens teilweise überlappen, wobei die Nachweiseinrichtungen jeweils mindestens eine Induktivität und mindestens einen Oszillator aufweisen und abhängig von einer Bedämpfung des Oszillators durch das Zielobjekt ein Entfernungssignal liefern, mit mindestens einer Umsetzeinrichtung, die mit den Nachweiseinrichtungen in Wirkverbindung steht, zum Umsetzen der von den Nachweiseinrichtungen jeweils erfassten Bedämpfungen in Analogsignale, insbesondere Strom- und/oder Spannungssignale, und mit mindestens einer Auswerteinrichtung, die mit der Umsetzeinrichtung oder den Umsetzeinrichtungen in Wirkverbindung steht, zum Ermitteln und Ausgeben einer Ortsposition des Zielobjekts aus den auf die jeweiligen Nachweiseinrichtungen zurückgehenden Analogsignalen.

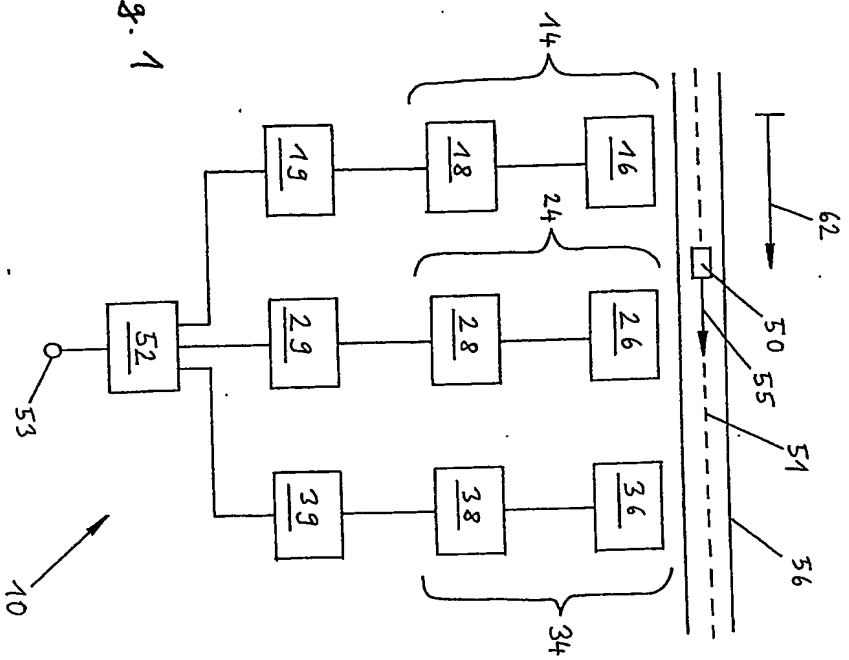


Fig. 1

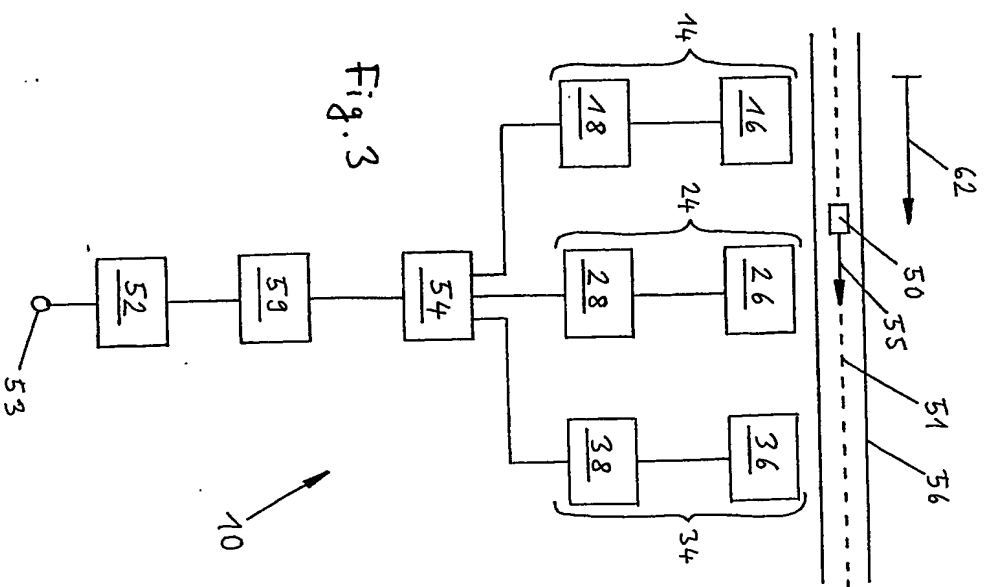
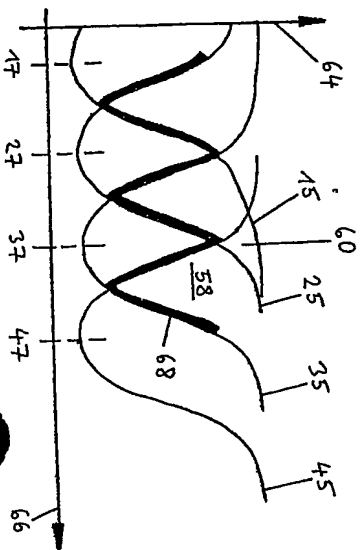


Fig. 3

Fig. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.